

UDK: 636.085.52
Originalni naučni rad

NAJVAŽNIJI PARAMETRI KVALITETA PRI IZBORU HIBRIDA ZA SILAŽU

*R. Jovanović, P. Jovin, Milica Radosavljević, Dušanka Terzić**

Izvod: U radu je ukazano na najvažnije parametre kvaliteta koji su neophodni kod izbora hibrida za silažu na primeru najraširenijih hibrida Instituta za kukuruz Zemun Polje svih grupa zrenja kukuruza u cilju boljeg definisanja njihovog nutritivne vrednosti kod izbora za siliranje. Da bi se izvršilo što potpunije definisanje nutritivne vrednosti hibrida neophodno je izvršiti permanentna ispitivanja in vitro svarljivosti suve materije metodom Tilley i Terry kao i strukture ćelijskih zidova primenom deterdžent metode za frakcije sirovih vlakana (NDF-neutralna deterdžentna vlakna, ADF- kisela deterdžentna vlakna, ADL kiseli deterdžent lignin). Najvažniji parametri kvaliteta su: prinos suve materije cele biljke, udeo klipova u suvoj materiji prinosa, sadržaj vlakna u kiselom i neutralnom deterdžentu i in vitro svarljivost. Korišćenjem egzaktnih vrednosti navedenih kriterijuma moguće je vršiti međusobno poređenje hibrida.

Ključne reči: hibridi kukuruza, silaža, svarljivost, ADF, NDF, ADL.

Uvod

Gajenje kukuruza sa posebnom namenom za spremanje silaže u gotovo svim zemljama sa razvijenom stočarskom proizvodnjom izuzetno je izraženo. Sama činjenica da se sa površine od jednog hektara može dobiti od 12 do 25 tona ukupne suve materije ovu biljku favorizuje kao jednu od najvažnijih krmnih biljaka a konzervisana u formi silaže predstavlja izuzetno vredno hranivo u ishrani preživara. Procena novostvorenih hibrida kukuruza u pogledu njihove upotrebne vrednosti do sada je uglavnom zasnivana na prinosu zrna dok je nedovoljno pažnje posvećivano njihovoj oceni kao kompletnih kabastih hraniva odnosno korišćenju celih biljaka kukuruza u ishrani domaćih životinja. Ovakav pristup je ponajviše bio utemeljen na pretpostavci da su hibridi koji daju najviše prinosa zrna ujedno najpogodniji i kao silažne biljke pošto se podrazumeva da se kukuruzna

* Mr Rade Jovanović, istraživač saradnik, dr Predrag Jovin, naučni saradnik, dr Milica Radosavljević, viši naučni saradnik, dipl. ing. Dušanka Terzić, istraživač, Institut za kukuruz, Zemun Polje.

biljka zbog svog hemijskog sastava izuzetno pogodna za siliranje. Sa druge strane u obzir treba uzeti i druge veoma značajne faktore koji imaju uticaja na efikasnost iskorišćavanja hibrida u formi kukuruzne silaže.

Materijal i metod rada

Na primeru 13 elitnih ZP hibrida kukuruza koji su gajeni standardnom tehnologijom predstavljeni su najvažniji parametri kvaliteta relevantnih za kvalitet silaže. Kod svih ispitivanih ZP hibrida kukuruza pomoću Van Soestove deterdžent metode za analizu kabastih hraniva utvrđene su frakcija NDF- neutralna deterdžentska vlakna (Neutral Detergent Fibers), ADF- kisela deterdžentska vlakna (Acid Detergent Fibers) i ADL- kiseli deterdžent lignin (Acid Detergent Lignin) kao i in vitro svarljivost suve materije metodom *Tilley i Terry* (1963). U cilju povećavanja efikasnosti i tačnosti ove in vitro metode svarljivosti korišćena je savremena buražna sonda koja omogućava pravilno i brzo izuzimanje buražnog soka od zdravih životinja.

Neutralna deterdžent vlakna (NDF) predstavljaju kvantitativnu količinu nerastvorljivih ćelijskih zidova minus pektin i biogene silikate (*Van Soest*, 1991; 1994). Frakcije koje su rastvorljive u kiselom deterdžentu uključujući i hemicelulozu i proteinske materije koje su vezane za ćelijski zid. Kisela deterdžent vlakna (ADF) uključuju celulozu, lignin i druge nesvarljive frakcije (*Van Soest*, 1994). Suština Van Soestove metode je odvajanje lignina i celuloze od ADF rezidua, što podrazumeva rastvaranje celuloze sa kiselinom ili oksidaciju lignina rastvorom kiselog rastvora kalijumpermanganata (*Goering i Van Soest*, 1970).

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati prinosa SM, svarljivosti kao i prinos svarljive suve materije ispitivanih hibrida u fiziološkoj fazi podesnoj za siliranje predstavljeni su u tabeli 1.

Poznato je da ukupne potencijalne vrednosti jednog hraniva hranljivu vrednost poseduje samo jedan njihov deo odnosno deo koji se resorbuje u digestivnom traktu i iskoristi u organizmu životinje. Pošto je kod kabastih hraniva svarljivost usko povezana i sa morfološkom strukturom samih biljaka pa su i rezultati svarljivosti kukuruzne biljke i njenih delova uslovljeni sadržajem frakcija sirovih vlakana ADF, NDF I ADL. Standardni (Wende) postupak hemijske analize vlakana, poznatih pod nazivom sirova celuloza, koje su razvili *Henneberg i Stohmann* (1860) nedovoljno precizno izražava udeo vlakana u hranivima pošto se jedan deo hemiceluloze i lignina gubi prilikom analize. Iz tih razloga razvijen je savremeniji postupak za određivanje komponenata sirovih vlakana celuloze putem tzv. deterdžent metoda. (*Van Soest*, 1963, *Van Soest i Wine*, 1967). Vrednosti za ove frakcije kod ispitivanih hibrida predstavljeni su u tabeli 2.

Ukupno apsorbovane hranljive materije izražavaju se u procentima i označava se kao koeficijent svarljivosti. Ispitivanje svarljivosti kao kriterijuma nutritivne vrednosti u oceni hibrida kukuruza kao silažnih biljaka predstavlja izuzetno važan pokazatelj u oceni odnosno izboru hibrida. Dosadašnja ispitivanja ukazuju da u fazi voštane zrelosti zrna koja se smatra najoptimalnijom fazom za ubiranje kukuruzne biljke za spremanje silaže

Tab. 1. Prinos i in vitro svarljivost suve materije nekih ZP hibrida u proizvodnom ogledu 1998 g.

Hibrid	Prinos SM., t/ha t/ha	Procentat SM., celih biljaka	Svarljivost SM cele biljke, %	Prinos svarljive SM, t/ha
ZP 360	17,1	31,93	59,76	10,2
ZP 392	15,8	40,27	57,66	9,1
ZP 418	19,6	33,43	55,39	10,8
ZP 434	18,6	32,34	60,41	11,2
ZP 480	18,6	37,31	63,72	11,8
ZP 488	18,2	36,90	61,70	11,2
ZP 524	25,4	33,45	60,81	15,4
ZP 539	21,4	37,91	60,01	12,8
ZP 570	19,2	32,48	58,46	11,2
ZP 633	21,5	33,60	59,11	12,7
ZP 677	26,2	35,20	58,41	15,3
ZP 732	26,6	34,51	61,05	16,2
ZP 753	25,7	35,87	60,19	15,5
Prosek	21,06	34,99	59,74	12,6
Minimum	15,8	31,93	55,39	9,1
Maksimum	26,6	40,27	63,72	16,2

Izvor: Mr. Rade Jovanovic: " Studija o in vitro svarljivosti suve i organske materije elitnih ZP linija i hibrida kukuruza".

Tab. 2. Sadržaj celuloze, ADF, ADL, NDF i svarljivost cele biljke kukuruza i biljke bez klipa ispitivanih ZP hibrida.

Hibrid	Celuloza, % u SM	ADF, % u SM	ADL, % u SM	NDF, % u SM	Svarljivost suve materije, %
ZP360	23,78	27,48	3,55	53,68	59,76
ZP392	21,68	24,74	3,40	52,03	57,66
ZP418	22,60	26,48	4,22	52,50	55,39
ZP 434	22,04	25,76	3,66	49,87	60,41
ZP 480	20,06	23,31	3,25	48,52	63,72
ZP 488	21,33	25,06	3,73	49,17	61,70
ZB 524	22,29	24,01	2,93	48,62	60,81
ZP 539	20,90	24,07	3,00	49,03	60,01
ZP 570	25,98	29,69	4,79	56,77	58,46
ZP 633	24,90	29,10	4,76	54,88	59,11
ZP 677	21,72	23,79	3,01	48,66	58,41
ZP 732	21,51	26,06	3,43	49,53	61,05
ZP 753	21,89	24,60	3,31	50,43	60,19

nema bitnije razlike u pogledu svarljivosti zrna kukuruza različitih hibrida, što nije slučaj sa ostalim delovima biljaka.

Na osnovu in vitro svarljivosti i prinosa svarljive suve materije može se zaključiti da genetička osnova umnogome uslovljava hranljivu vrednost silaže. Variranje svarljivo-

sti suve materije ispitivanih hibrida od 55,39 do 63,72 % za celu biljku za hibride ZP 418 i ZP ukazuje da se ove vrednosti između ispitivanih hibrida znatno razlikuju.

Pomenuta laboratorijska metoda Tilley i Terry in vitro svarljivosti i pored zadovoljavajuće preciznosti iziskuje dosta vremena pa je za program selekcije namenskih hibrida za silažu nepraktična. Iz tih razloga se u novije vreme u mnogim istraživačkim centrima vrši kombinovanje ove metode sa metodom Near infra red refleksion (NIRS), čime se znatno povećava efikasnost ispitivanih uzoraka na svarljivost. NIRS analiza je bazirana na refleksiji infra crvene radijacije ispitivanih uzoraka. Određeni broj uzoraka analizira se metodom Tilley i Terry na osnovu kojih se dobija kalibraciona kriva koja služi da se na osnovu hemijskog sastava procenjuje svarljivost.

Što se tiče sadržaja lignina na svarljivost ćelijskih zidova poznato je da ova supstanca nije svarljiva u organizmu preživara i povezana je sa mnogim značajnim faktorima koji ograničavaju varenje hrane ćelijskih zidova od strane preživara. Negativan uticaj lignina objašnjava se time što on stvara barijeru polisaharidima u ćeličnom zidu od strane hidrolitičkih enzima (*Jung i Deetz*, 1993). Zato se i smatra da je snižavanje koncentracije lignina u biljkama najefikasniji način podizanja svarljivosti kabaštih hraniva.

Uzimajući u obzir činjenicu da je lignin najviše odgovoran za lošiju svarljivost kukuruzne biljke istraživači su pokušali da nekoliko nisko ligninskih mutanata kukuruza iskoriste kao potencijal za modifikaciju sastava celuloznog kompleksa biljke kukuruza u cilju poboljšanja nutritivne vrednosti silaže. *Coors i sar.*, (1994) kao primer navode BM-3 mutant koji je proučavan još od 1928 g i bio je vrlo atraktivan jer se odlikovao smanjenim udelom lignina, a time i povećanom svarljivošću.

Nizak sadržaj lignina kod BM-3 mutanta rezultat je male koncentracije fenolnih kiselina od kojih je p-kumarinska praktično najviše značajna jer je odgovorna za smanjenje ligninskog jezgra koje se nalazi u stablu, listovima i kori. Koncentracija lignina kod BM-3 genotipova je redukovana u ćelijskim zidovima (na NDF -bazi). To je glavni razlog što je in vitro svarljivost BM-3 genotipova veća nego kod drugih hibrida slične grupe zrenja. U ishranbenim ogledima BM-3 genotipovi pokazali su pozitivne efekte kroz povećanu proizvodnju mleka odnosno veći prirast junadi u tovu. Međutim, i pored superiornosti ovih hibrida u odnosu na standardne, agronomске osobine BM-3 genotipova nisu bile zadovoljavajuće pre svega usled sporog razvoja, povećanog poleganja kao i siromašnog prinosa zrna (77% zrna biljke, odnosno 84% mase cele od normalnih hibrida kukuruza) (*Bekrić*, 1997).

Upravo se u novije vreme vrše brojna naučna istraživanja u cilju iznalaženja populacija, linija i hibrida poboljšane svarljivosti. Na osnovu rezultata ovih istraživanja može se zaključiti da pokazatelji svarljivosti celih biljaka jednog te istog hibrida malo variraju ali zato veoma variraju u odnosu na druge hibride kao i u odnosu na faktore spoljne sredine i uslove gajenja (*Deinum i Struik*, 1985).

Morfološke frakcije zrna, srži i stabla su bogate parenhimom i visoko su svarljive i usvojive od životinja. Frakcija koju čini nervatura lišća i kora stabla, sadrže u značajnoj meri sklerenhimno tkivo i tkiva sprovodnih snopića sa dosta ksilema što utiče da imaju znatno nižu svarljivost. Ćelijski zidovi sastavljeni su od pektina, hemiceluloze, celuloze, lignina, glikopektina i silicijuma i njihovo proporcijonalno učešće je takođe dosta varijabilno. Kvalitet hemiceluloze, lignina i celuloze takođe varira i zavisi kako od genotipa tako i mnogih drugih faktora. Upravo iz ovih razloga svarljivost odnosno usvaja-

nje kukuruznih silaža varira. Svarljivost biljke kukuruza pored genetičke osnove u velikoj meri zavisi i od uslova sredine: inteziteta osvetljenja, temperature, gustine, vremena setve, metode gajenja i drugog. Predpostavlja se da metodске razlike mogu usloviti razlike u svarljivosti 2-3%, dok uslovi gajenja, intezitet osvetljenja, temperatura i zemljište mogu imati i značajno veći uticaj. *Deinum* (1987) navodi da temperatura može da smanji svarljivost za 3% a genotip i do 5%.

Ispitivanje uticaja pojedinih hemiskih sastojaka na hranljivu vrednost, pokazala su da strukturni ugljeni hidrati ili sadržaj ćelijskih zidova negativno utiču na stepen usvojivosti ovog hraniva. Iako su dva osnovna strukturna ugljena hidrata ćelijskih zidova, celuloza i hemiceluloza teoretski potpuno svarljivi, svarljivost kukuruzne biljke odnosno silaže praktično snižava prisustvo lignina za koji se smatra da kao fizička barijera ometa mikrobijalnu degradaciju vlakana u predželudcima. Naime, ćelični zidovi biljaka obezbeđuju strukturu, čvrstinu kao i zaštitu biljke od stresova iz spoljašnje sredine. Zato se kao praktično nameće pitanje koliko se to selekcijom može smanjiti sadržaj lignina a da se to ne odrazi na rast i otpornost biljaka na nepoželjna dejstva spoljne sredine. Savremena selekcija hibrida kukuruza podrazumeva stvaranje hibrida povećane otpornosti na poleganje dok se svarljivosti ne pridaje poseban značaj.

Iz svega iznetog proizilazi da kada biljno tkivo ima visok sadržaj ćelijskih zidova sa ligninom, samim tim i njegova svarljivost za životinju ostaje limitirana. Za razliku od ostatka biljke klip sadrži srazmerno malo ćelijskih zidova pa njegov veći udeo u siliranoj masi doprinosi relativno visokoj svarljivosti kukuruzne biljke. Dakle silaža spremljena od cele kukuruzne biljke sastavljena je od delova sa niskim sadržajem ćelijskih zidova (zrno, srž, mezofil, listova) i delova sa visokim sadržajem i različitom svarljivošću ćelijskih zidova.

Koliko su ova istraživanja značajna sa stanovišta ishrane domaćih životinja na pravi način može ilustrovati istraživanje koje navodi *Cors* (1994). U ogledu kod junica poredeni su hranidbeni efekte silaža od dva pioneer-ova hibrida koji su imali sličan prinos suve materije i udeo zrna u biljnoj masi, ali različitu svarljivost. Junice koje su konzumirale silažu veće svarljivosti ostvarile su za 8% veći prirast uz 10% manji utrošak hrane po jedinici prirasta od junica koje su koristile silažu niže svarljivosti što je u ekonomskom pogledu iznosilo dobit od 193 \$ po hektaru za silažu veće svarljivosti. Do sličnih rezultata došao se u istraživanjima koje je sproveo Institut za kukuruz Zemun Polje gde povećana svarljivost od 9,2 % uslovlila veći dnevni prirast junadi za 6,3%. Ovi rezultati na najbolji način pokazuju opravdanost stvaranja specifičnih hibrida za silažu.

Zrno kukuruza sadrži veliku količinu skroba koji je visoko svarljiv. Koncentracija nestrukturnih ugljenih hidrata u kukuruznoj biljci u negativnoj je korelaciji sa sadržajem zrna jer se nestrukturni ugljeni hidrati premeštaju iz stabla kukuruzne biljke u zrno. Ukoliko je više nestrukturnih ugljenih hidrata u stablu veća je i njegova svarljivost što ukazuje na činjenicu da na svarljivost cele biljke kukuruza minimalno može uticati odnos zrna prema kukuruzovini (*Russell i sar*, 1992).

Jung i Alen, (1995), *Buhton i sar*, (1996) ističu da kvalitet i svarljivost kukuruzne silaže može biti povećana selekcijom kroz snižavanje koncentracije vlakana ili povećanjem obima svarljivosti vlakana. Ovi autori ističu da se na taj način može povećati konzumiranje suve materije kao i proizvodne performanse životinja.

Istraživanja *Bratzler i sar*. (1965), *Andrieu i Demarqilli* (1974), *Deinum i Dirven*

(1971), *Deinum* (1986), *Pejić* (1984), *Pejić i sar.* (1988), *Bekrić i sar.* (2000) ukazuju na poseban značaj uticaja genetičke osnove hibrida kukuruza na svarljivost pa ovaj parametar svakako treba uzeti kod vrednovanja hibrida kod izbora za silažu. Naravno da pri tome treba pravilno vrednovati i ostale biloške činioce poput otpornosti na poleganje, otpornost na sušu itd.

Iz svega iznetog može se zaključiti da kod izbora hibrida za silažu svakako je neophodno komparirati i sledeće pokazatelje:

- * prinos suve materije cele biljke u t/ha
- * udeo klipova u suvoj materiji prinosa
- * sadržaj vlakna u kiselom deterdžentu
- * in vitro svarljivost u buražnom fluidu

Zaključak

Rezultati ovih i sličnih istraživanja ukazuju na izuzetno veliki značaj ispitivanja naših priznatih hibrida kukuruza na svarljivost kao i frakcije ADF, NDF i ADL kako bi se što približnije definisala njihova nutritivnu vrednost. Rezultati proizašli iz ovih istraživanja nedvosmisleno nameću zaključak da ispitivanje svarljivosti hibrida zaslužuje posebnu pažnju pa ovaj parametar svakako treba uzeti u obzir prilikom izbora hibrida za silažu za određeni region. Podacima za svarljivosti i struktu ćelijskih zidova svakako treba pridodati i podatke o prinosu suve materije iz perioda tehnološkog optimuma za siliranje odnosno sa 30-35% SM u kukuruznoj biljci. Zato kod opredeljenja za neki od hibrida za silažnu setvu uvek treba imati u vidu da biljke do momenta siliranja treba da dostignu od 28-35% suve materije sa kojom se i postižu najbolji rezultati u siliranju ali i da silaža od izabranog hibrida ima visoku svarljivost.

Literatura

1. *Aqndrieu i Demarqili* (1974): Valuer alimantaire du mais fourrage, *Anle de Zootechnique*, 23,1-25.
2. *Bekrić, V.* (1997): Upotreba kukuruza- monografija , Publikacija . Institut za kukuruz „Zemun Polje“ Zemun-Beograd.
3. *Bekrić, V., Jovanović, R., Radosavljević Milica., Božović Irina* (2000): Tehnološki i ekonomski izazov upotrebe ZP hibrida kukuruza i soje. Nauka, praksa i promet u agraru.Vrnjačka banja.Zbornik radova. 116-125.
4. *Bratzler, J. W., T. B. King, And W. J. Thomas* (1965): Nutritive value of high-sugar corn silage. *Journal Animal Sci.*, 24:12-18.
5. *Coors, J., Russel, C. Hunter, A.* (1994): Silage Corn.-Speciality Corns- Chapter 11. Ames. Iowa.
6. *Deinum B. and Dirven* (1971): Climate, nitrogen and grass.4.The influence of age on chemical composition and in vitr digestibility of maize (*Zea mays*) and tali fescue (*Festuca arundinacea* Scherb.) *Netherland Journal of agricul tural science*, 19, 264-272.

7. *Deinum, B. (1987): Genetic and Environmental Variation in Quality of Forage Maize in Europe 1985/1986. FAO - Subnetwork „The Nutritive Value of The Whole Maize Crop“ - Agricultural university Wageningen.*
8. *Deinum, B., Struik (1985): Improving Nutritive Value of Forage Maize, Eukarpia. Book of Abstracts pp. Wageningen.*
9. *Goering, H. K., P. J. Van Soest (1970) Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures, and some applications. USDA - ARS Handbook 379. U. S. Govt. Print. Office, Washington, DC.*
10. *Henneberg, W., Stohmann, F. (1860): Beiträge zur Begründung einer nationalen Fütterung der Vol. I. F. U. Schmetshtke I m. Brunn, Braunschweig.*
11. *Jung, H., Deetz (1993) Cell wall lignification and degradability. In H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, and Ralph, eds. Forage Cell Wall Structure and Degradability, 315-346. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.*
12. *Jung, H. G. and M. S. Allen. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. J. Anim. Sci. 73: 2774-2790.*
13. *Pejić, Đ. (1988): Kriterijumi za izbor hibrida kukuruza za proizvodnju i spremanje silaže. Kukuruz 88. Beograd. 113-150.*
14. *Pejić, Đ. (1994): Silažni kukuruz-Tehnologija proizvodnje i siliranje. Institut za kukuruz - Zemun Polje. Naučni bilten. 3.*
15. *Tilley, J. M. A. and Terry, R. A. (1963): A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Sci. 18:104-111*
16. *Van Soest, P. J., J. B. Robinson and B. A. Evans. (1991): Methods for dietary fiber, neutral fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74. 3583-3597.*
17. *Van Soest, P. J. (1963): Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for determination of fiber and lignin. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. 46:829.*
18. *Van Soest, P. J., Wine, R. H. (1967): Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. 50:50.*
19. *Van Soest, P. J. (1994): Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY.*
20. *Varieties. Yea, N. 3, FAO Escorona. Rome.*

UDC: 636.085.52
Original scientific paper

THE MOST IMPORTANT PARAMETERS OF QUALITY IN HYBRID SELECTION FOR SILAGE

*Rade Jovanović, MSc., Dr. Predrag Jovin, Dr. Milica Radosavljević,
Dušanka Terzić*

Summary

The most important parameters of quality necessary in selection of hybrids for silage are presented in this study in the case of the widely grown the Maize Research Institute maize hybrids with the aim to better define their nutritive value. In order to define this value as thoroughly as possible it is necessary to conduct permanent tests of both, in vitro digestibility of dry matter by the method of Tilley and Terry and a structure of cell walls by detergent fibre method (NDF-Neutral Detergent Fibre, ADF- Acid Detergent Fibre and ADL - Acid Detergent Lignin). The most important parameters of quality are: DM yield of a whole plant, share of ears in DM yield, fibre content in acid and neutral detergent and in vitro digestibility. The comparison among hybrids is possible if exact values of the stated parameters are applied.

Key words: maize hybrids , silage, digestibility, ADF, NDF, ADL.

Rade Jovanović, MSc, Predrag Jovin, PhD, Milica Radosavljević, PhD, Dušanka Terzić, BSc, Institute for Maize, Zemun Polje, Belgrade, Yugoslavia.